

## 라이브러리 기반의 TextureMapping 기법 활용연구 Application of Library-Based Texture Mapping Method

송정현<sup>1)</sup> · 박수영<sup>1)</sup> · 임효숙<sup>1)</sup> · 김용일<sup>2)</sup>

Song, Jeong Heon · Park, Su Yong · Lim, Hyo Suk · Kim, Yong Il

<sup>1)</sup> 한국항공우주연구원 연구원 (newssong@kari.re.kr)

<sup>2)</sup> 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 교수 (yikim@snu.ac.kr)

### 요지(Abstract)

본 연구는 3차원 도시 모델링을 위해 라이브러리 기반의 texture mapping 기법을 사용하여 건물 모델을 제작하였다. 이 기법은 건물의 종류 및 특성에 따라 라이브러리 형태로 구축되어있는 texture map을 선택, 출력하여 3차원 건물 프레임에 mapping하는 과정으로 이루어진다. 이 기법의 효과적인 적용을 위해 LiDAR 데이터를 이용하여 건물을 자동적으로 분류하였고, LiDAR 데이터와 수치지도를 이용하여 단위 모델 구현을 위한 건물의 3차원 프레임을 제작하였다. 또한 사실감 있는 건물 texture를 구현하기 위해 실제 건물의 지상사진을 이용하여 texture map 라이브러리를 구축하였다.

A 3D modeling of urban area can be composed the terrain modeling that can express specific and shape of the terrain and the object modeling such as buildings, trees and facilities which are found in urban areas. Especially in a 3D modeling of building, it is very important to make a unit model by simplifying 3D structure and to take a texture mapping, which can help visualize surface information. In this study, the texture mapping technique, based on library for 3D urban modeling, was used for building modeling. This technique applies the texture map in the form of library which is constructed as building types, and then take mapping to the 3D building frame. For effectively apply, this technique, we classified buildings automatically using LiDAR data and made 3D frame using LiDAR and digital map. To express the realistic building texture, we made the texture library using real building photograph.

주요 용어: LiDAR, 건물자동분류, 라이브러리, texture mapping

## 1. 서론

도시지역의 3차원 모델링 기법에 대한 연구는 지형처리에 중점을 두고 있으며, 상대적으로 건물, 가로수, 가로등 같은 입체시설물의 모델 생성 및 분석에 대한 연구는 미진한 편이다. 특히 각종 입체 시설물의 모델 생성은 주로 항공사진 또는 고해상도 위성영상을 이용하여 대상물의 구조 정보와 texture 정보를 취득하는 방법이 사용되었다.

도시지역에 대한 3차원 모델링을 수행하기 위해서는 높은 정확도를 가지는 지형 데이터 모델의 제작과 사실적인 texture를 포함한 건물 모델의 생성이 가장 중요한 문제라 할 수 있다. 특히 도시지역과 같이 넓은 지역에 대한 건물 모델링은 대상건물의 개수가 많고 그 종류도 다양하므로 각 건물에 대한 3차원 정보를 취득하여 모델을 제작하는 과정은 매우 복잡하고 시간과 비용이 많이 소요되는 특징이 있다.

본 연구에서는 도시지역의 효과적인 건물 모델링을 위해 LiDAR 데이터를 이용하여 대상지역의 건물을 자동으로 분류하고 해당 건물에 대한 프레임 모델과 texture 정보를 미리 구축해 놓은 라이브러리에서 선택, 출력하여 건물 모델을 완성하는 시스템을 구현함으로써 라이브러리 기반의 texture mapping을 이용한 3차원 도시 모델링 기법을 제안하였다.

## 2. 건물 모델 제작

### 2.1 LiDAR 데이터를 이용한 건물의 자동 분류

#### 2.1.1 평면 정보 추출

대상지역 수치지도의 건물 레이어에서 건물 폴리곤을 분리하여 각 폴리곤의 평면 정보를 추출하였다.

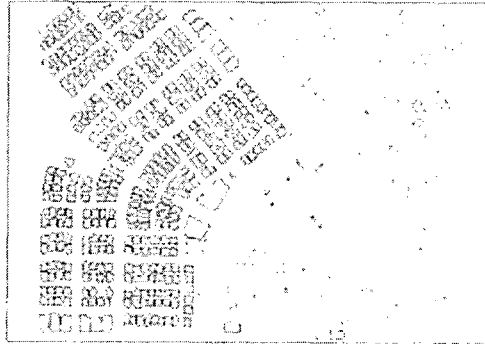


그림 1. 수치지도를 이용한 건물 폴리곤 추출

#### 2.1.2 높이 정보 추출

대상지역의 DSM과 DEM의 높이 차이를 이용하여 건물의 높이 정보를 추출하였다. 건물의 높이 정보는 각 폴리곤에 해당하는 평균 높이값을 사용하였다.

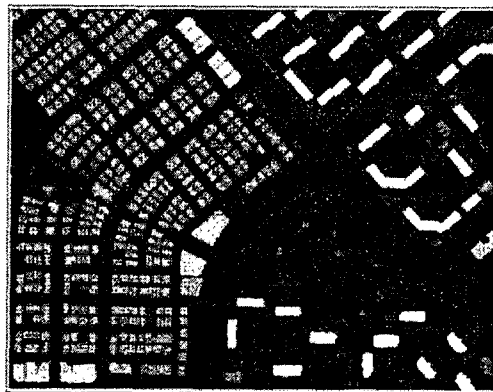


그림 2. 건물의 높이 정보 추출

#### 2.1.3 건물의 분류

대상지역의 건물 분포특성을 고려하여 분류항목을 단독주택, 연립주택, 아파트 등의 주거용 건물과 비주거용 건물 및 기타건물 등 총 5가지로 구분하였다. 각 분류항목은 건물의 높이와 면적에 따라 1차적으로 분류하였다. 1차 분류 결과 아파트와 비주거용 건물, 연립주택과 비주거용 건물 등을 구분하지 못하는 미분류 항목이 발생하게 되는데, 이러한 미분류 항목은 다시 건물의 형태와 위치 조건에 따라 2차 분류를 실시하였다.



그림 3. 높이 조건에 따른 건물의 분류



그림 4. 면적조건에 따른 건물의 분류

## 2.2 건물 라이브러리 구축

### 2.2.1 건물 프레임 제작

본 연구에서는 도시지역의 건물 대부분이 직사각형 형태와 같이 단순한 형상을 가지고 있는 점을 이용하여 건물 외벽의 굴곡이나 건물 폴리곤의 형상을 단순화하고, LiDAR 데이터와 수치지도로부터 건물의 길이, 폭, 높이 등의 정보를 취득하여 건물의 3차원 프레임을 제작하였다. 건물 프레임 모델의 결정은 매개변수를 이용하는 parametric 모델방식을 사용하였다.

### 2.2.2 단위 모델 제작

수치지도의 건물 레이어에서 건물 폴리곤을 추출하여 각 폴리곤의 무게중심점을 단위 모델의 기준점(base point)으로 사용하였다. 수치지도의 건물 폴리곤은 항공사진에서 추출한 건물의 edge 요소에 대한 최소제곱조정(least square fitting)을 실시하여 폴리곤의 node 좌표를 변환함으로써 대상 건물의 방향과 형태를 조정하였다. 이러한 방법으로 구성된 단위 모델의 기준면과 각 폴리곤에 대한 높이값을 매개변수로 이용하여 단위 모델을 제작하였다. 이때 높이 정보는 LiDAR 데이터의 고도 자료로부터 해당 건물의 평균 높이값을 추출하였다.

단위 모델은 직육면체 형태의 건물 모델을 중심으로 지붕 모양에 따라 각각의 단위 모델을 제작하여 라이브러리 형태로 구축하였다.

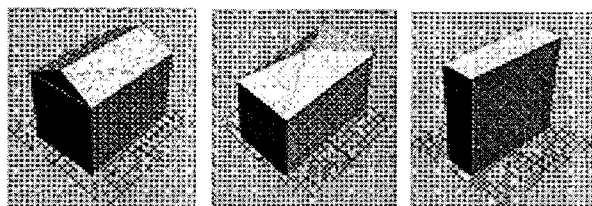


그림 5. 단위모델 제작

### 2.2.3 Texture 라이브러리 제작

3차원 가상도시의 건설뿐만 아니라 3D GIS 체계에서 객체 모델의 사실감과 현장감은 공간분석의 매우 중요한 변수라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 해당지역의 실제건물에 대한 지상사진을 취득하여 texture image를 제작하였으며, 우리나라 건물이 가지고 있는 대표적인 texture 특징을 표본화하여 texture 라이브러리를 구축하고자 하였다.

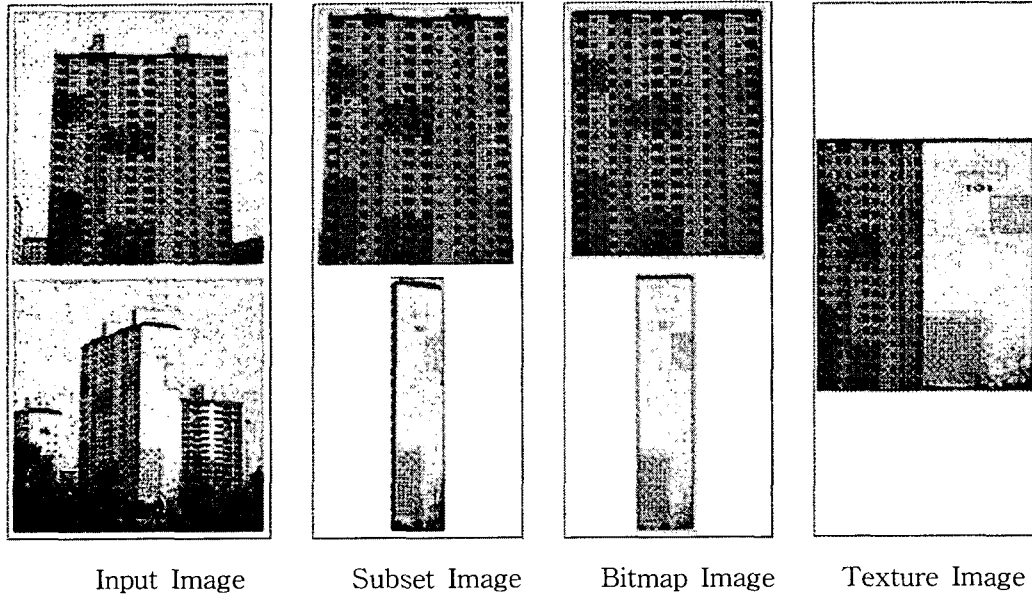


그림 6. Texture Image 제작

건물의 texture는 층수 및 형태와 같은 건물의 구조와 벽체 재료, 지붕재료 등 사용된 외장재료 및 건물의 색상에 의해 쉽게 구분할 수 있다. 특히 아파트의 경우 건설회사별 고유 브랜드에 따라 건물 texture의 상당 부분은 일정한 패턴을 가지므로 이를 고려하여 데이터베이스 구조를 설계하였다.

### 2.2.4 Texture Mapping

Texture 라이브러리로부터 해당 건물의 texture image를 선택하여 출력한 후, 대상건물의 3차원 프레임에 mapping을 실시하여 건물 모델을 제작하였다.

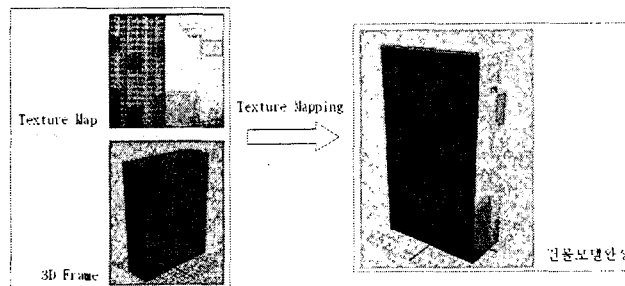


그림 7. Texture Mapping

## 3. 결론

본 연구에서는 효과적인 도시지역의 모델링을 위해 다양한 건물의 종류와 특성에 따른 건물의 3차원

프레임과 각각의 texture image를 라이브러리 형태의 데이터베이스를 구축하여 사용자의 필요에 따라 해당 데이터를 선택, 출력하여 모델링을 수행하는 라이브러리 기반의 texture mapping 기법을 제안하였다. 라이브러리 기반의 건물 모델링 기법은 넓은 지역의 다양한 건물 모델의 제작을 간편하고 신속하게 수행할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 모델링 과정에서 건물의 구조적 특성이 다소 생략된다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 건물의 특징과 구조를 효과적으로 표현할 수 있는 프레임 구조의 개발과 대상지역의 건물 분포 특성에 따른 라이브러리 구조에 대한 연구가 필요할 것으로 전망된다.

결과적으로 이러한 라이브러리 기반의 모델링 기법은 기존의 영상기반 모델링 기법에 비하여 건물 모델을 제작하는 과정이 비교적 간단하며 시간이 적게 소요되는 장점이 있다. 특히 도시지역과 같이 광범위한 지역에 대한 모델링을 실시하는 경우시간과 비용 측면에서 상당한 효율성을 가져올 것으로 보인다.

## 참고문헌

- [1] Paul. E. and Debevec. (1996), *Modeling and rendering architecture from photographs*, University of California at Berkely
- [2] Ebroul Izquierdo and Silko Kruse. (1998), *Image analysis for 3D modeling, rendering and virtual view generation*, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 71, No. 2, August, pp. 231-253
- [4] Richard Hartley and Andrew Zisserman. (2000), *Multiple view geometry in computer vision*, Cambridge University Press
- [5] Olivier Faugeras and Luc Robert, (1998), *3D reconstruction of urban scenes from image sequences*, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 69, No. 3, March, pp. 292-309